

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学 研究科 量子・物質工学 専攻 博士前期課程		
氏 名	亀山 喬史	学籍番号	0833014
論 文 題 目	準安定状態のヘリウム原子の光双極子トラップの研究		

[研究の背景]

現在、極高真空( $10^{-8}$ Pa 以上)を測定する真空計として電離真空計が用いられているが、軟X線効果などの影響で、実際にこれらの真空計で測定を行った場合、真の圧力と真空計が示す圧力は異なってしまう。このため測定限界  $10^{-11}$ Pa 程度であり、新しい真空度測定法が模索されている。

[目的]

本研究は  $10^{-12}$ Pa 以上の真空度を定量的に測定するための測定子となるレーザー冷却した準安定状態のヘリウム原子の光双極子トラップの研究である。

[原理]

準安定状態のヘリウム原子をゼーマン同調法により減速、磁気光学トラップ(MOT)、トラップした MOT 原子を光双極子トラップ(ODT)中に輸送し、この ODT 原子と極高真空槽内の残留ガスとの衝突によるトラップ原子の損失率から真空度を見積もる。準安定ヘリウム原子を用いるのは 1.準安定準位の寿命が 8000 秒と長い[3]、2. 磁場中で偏極させることによりスピン禁制により準安定ヘリウム同士のペニング衝突を抑えることができる、3.ヘリウムは希ガス原子であり真空チャンバー内壁に付着せずアウトガスにならない、という利点があるためである。

[ODT の設計]

波長  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  のファイバーレーザーを用い、 $P=30\text{W}$ 、直径  $0.1\text{mm}$  の一次元 ODT を作るときトラップ中心ではポテンシャルの深さは  $860\text{ }\mu\text{K}$ 、散乱率は  $\Gamma=2\text{s}^{-1}$  になる。現在、MOT 中の原子の温度はおおよそ  $620\text{ }\mu\text{K}$  であり原子数は  $10^4$  個である。今後、現在の MOT の位置に 1 次元 ODT を生成し偏極した原子をトラップする予定である。

原子	$\gamma[\text{s}^{-1}]$
Ne*	0.068 *2
Ar*	0.024
Kr*	0.025
He*	0.00012

表 1.典型的な準安定状態希ガス元素の自然放出事

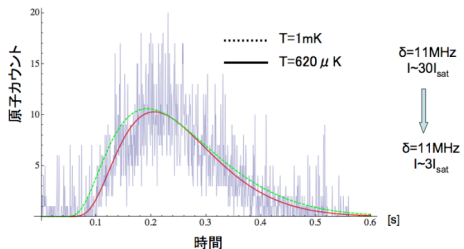


図 1.準安定状態ヘリウム MOT の TOF 温度測定の結果

1.Hidetoshi Katori and Fujio Shimizu, Phys.Rev.Lett 70,3545-3548(1993)  
2.Martin Zinner, Peter Spoden, Tobias Kraemer, Gerhard Birkel,\* and Wolfgang Ertmer, Phys.Rev.A 67, 010501(R) 2003  
3.Jesph R. Woodworth and H. Warren Moos, Phys.Rev. A Vol.12,No6, 2455 (1975)